〈目次〉

第 1 講　力学 —— p.2

第 2 講　熱力学 —— p.6

第 3 講　電磁気学 —— p.12

第 4 講　波動・原子 —— p.15

第１講　力学

1

以下の[1]から[8]にあてはまる最も適切な答えを各解答群から1つ選べ。ただし，同じ番号をくり返し選んでもよい。数値を選ぶ場合は最も近い値を選ぶものとする。

水平におかれたレールに質量Mの小物体Bが取り付けられており，Bはレールにそって水平方向になめらかに動くことができる。Bには長さlの軽くて伸び縮みしない糸が結ばれており，糸の他端には質量m($m < M$)の小物体Aが取り付けられている。このとき，重力加速度の大きさをgとし，空気抵抗は無視できるとする。

なお，AとBの運動はレールを含む鉛直平面内で行なわれ，レールは十分に長いのでBはレールからはずれないとする。

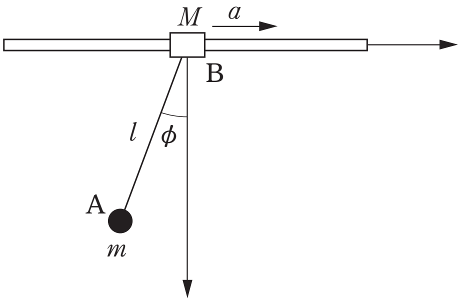

図1

(1) 図1のように，Bが大きさaの一定の加速度で水平右向きに移動しているとき，糸は鉛直方向から角度ϕだけ傾いていた。このとき，糸の張力の大きさは[1]であり，Bの加速度の大きさaはϕとgを用いて[2]と表すことができる。さらに，Aを鉛直平面内で小さく振動させると，AはBから見て周期が[3]の振動をする。

[1]の解答群

① $\dfrac{mg}{2\sin\phi}$　② $\dfrac{mg}{2\cos\phi}$　③ $\dfrac{mg}{2\tan\phi}$

④ $\dfrac{mg}{\sin\phi}$　⑤ $\dfrac{mg}{\cos\phi}$　⑥ $\dfrac{mg}{\tan\phi}$

⑦ $\dfrac{2mg}{\sin\phi}$　⑧ $\dfrac{2mg}{\cos\phi}$　⑨ $\dfrac{2mg}{\tan\phi}$

[2]の解答群

① $g\sin\phi$　② $g\cos\phi$　③ $g\tan\phi$

④ $\dfrac{g}{\sin\phi}$　⑤ $\dfrac{g}{\cos\phi}$　⑥ $\dfrac{g}{\tan\phi}$

⑦ $g\sin\phi\cos\phi$　⑧ $g\sin^2\phi$　③ $g\cos^2\phi$

[3]の解答群

① $2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$　② $2\pi\sqrt{\dfrac{l}{a}}$　③ $2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g+a}}$　④ $2\pi\sqrt{\dfrac{l}{ga}}$

⑤ $2\pi\sqrt{\dfrac{l^2}{ga}}$　⑥ $2\pi\sqrt{\dfrac{l}{\sqrt{ga}}}$　⑦ $2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g^2+a^2}}$　⑧ $2\pi\sqrt{\dfrac{l}{\sqrt{g^2+a^2}}}$

(2) 次に，図２のように糸をたるませないようにしながらＡを鉛直方向から角度θ（$0<\theta<90°$）だけずらして，ＡとＢを手でおさえて静止させた。このとき，Ｂが静止していた位置を原点とし，水平右向きにx軸を，鉛直下向きにy軸をとる。そしてＢをおさえたままＡから手を静かに離すと，Ａは動き出して最下点に達した。Ａが最下点に達したときのＡの速度のx成分v_0はv_0＝[4]であり，このときの糸の張力の大きさは[5]である。

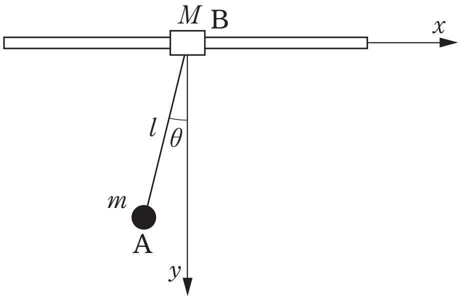

図２

Ａが最下点に達したときに，Ｂから手を静かに離した。ここで，Ｂから手を静かに離したあとのＡとＢの運動について考える。この場合のＡの速度のx成分をv_A，Ｂの速度のx成分をv_Bとすると，x軸方向の運動量は保存されるので，v_Bはv_0とv_Aを用いてv_B＝[6]と表すことができる。最下点を通り過ぎたＡが再び最下点に達するまでの間で，Ａが最高点に到達したときのv_Bは，v_0を用いるとv_B＝[7]×v_0である。ＡとＢの運動における力学的エネルギー保存則を考えると，この最高点の高さは最下点を基準とすると[8]である。

[4]の解答群

① $\sqrt{2gl}$　② $\sqrt{2gl(1-\sin\theta)}$　③ $\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$

④ $\sqrt{2gl(1-\tan\theta)}$　⑤ $\sqrt{gl}$　⑥ $\sqrt{gl(3-2\sin\theta)}$

⑦ $\sqrt{gl(3-2\cos\theta)}$　⑧ $\sqrt{gl(3-2\tan\theta)}$

[5]の解答群

① $2mg$　② $2mg(1-\sin\theta)$　③ $2mg(1-\cos\theta)$

④ $2mg(1-\tan\theta)$　⑤ mg　⑥ $mg(3-2\sin\theta)$

⑦ $mg(3-2\cos\theta)$　⑧ $mg(3-2\tan\theta)$

6 の解答群

① $\dfrac{m}{M}(v_0+v_A)$　② $-\dfrac{m}{M}(v_0+v_A)$　③ $\dfrac{m}{M}(v_0-v_A)$

④ $-\dfrac{m}{M}(v_0-v_A)$　⑤ $\dfrac{m}{M}\sqrt{v_0{}^2+v_A{}^2}$　⑥ $-\dfrac{m}{M}\sqrt{v_0{}^2+v_A{}^2}$

⑦ $\dfrac{m}{M}\sqrt{v_0{}^2-v_A{}^2}$　⑧ $-\dfrac{m}{M}\sqrt{v_0{}^2-v_A{}^2}$

7 の解答群

① $\dfrac{m}{M}$　② $\dfrac{m}{M+m}$　③ $\dfrac{m}{M-m}$

④ $\dfrac{m}{\sqrt{M^2+m^2}}$　⑤ $\dfrac{m}{\sqrt{M^2-m^2}}$　⑥ $\dfrac{m^2}{M(M+m)}$

⑦ $\dfrac{m^2}{M(M-m)}$　⑧ $\dfrac{m^2}{M\sqrt{M^2+m^2}}$　⑨ $\dfrac{m^2}{M\sqrt{M^2+m^2}}$

8 の解答群

① $\dfrac{v_0{}^2(M+m)}{2mg}$　② $\dfrac{v_0{}^2(M-m)}{2mg}$　③ $\dfrac{v_0{}^2(M+m)}{2Mg}$

④ $\dfrac{v_0{}^2(M-m)}{2Mg}$　⑤ $\dfrac{mv_0{}^2}{2g(M+m)}$　⑥ $\dfrac{mv_0{}^2}{2g(M-m)}$

⑦ $\dfrac{Mv_0{}^2}{2g(M+m)}$　⑧ $\dfrac{Mv_0{}^2}{2g(M-m)}$

2

図１のように，軽くて伸びない糸の一端を天井に固定し，なめらかに回転する軽い動滑車Pと定滑車Qに糸を通した。動滑車Pに質量Mの小物体Aを取り付け，糸の他端に質量$m$$(2m<M)$の小物体Bを取り付けた。重力加速度の大きさを$g$として，以下の問いについて答えなさい。

⑴　物体Aを水平な台上に置くと，糸はたるむことなく物体Bは静止した(図1)。

㈠　糸の張力の大きさを求めなさい。

㈡　上の㈠で求めた張力の大きさをTとする。物体Aにはたらく台からの垂直抗力の大きさを求めなさい。

⑵　物体Bを鉛直下向きの力でゆっくりと引き下げ，物体Aの台からの高さがhになったところで物体Bを静止させた(図２)。このとき，

㈠　物体Bを引き下げた距離を求めなさい。

㈡　物体Aの位置エネルギーの変化を求めなさい。

㈢　物体Bを引き下げる力がした仕事は物体A，Bの位置エネルギーの変化の和に等しい。この力がした仕事を，M，m，h，gを用いて表しなさい。

㈣　物体Bを引く力の大きさをゼロにしたところ，物体Aは台に向かって落下した。物体Aが台に衝突する直前の速さを，M，m，h，gを用いて表しなさい。

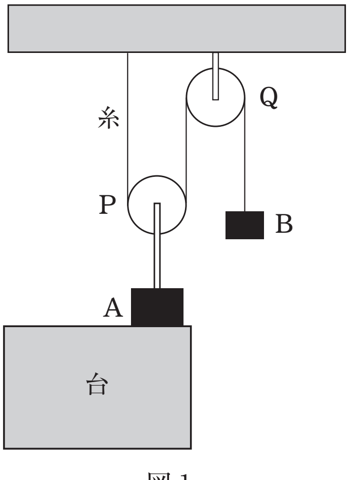

図１

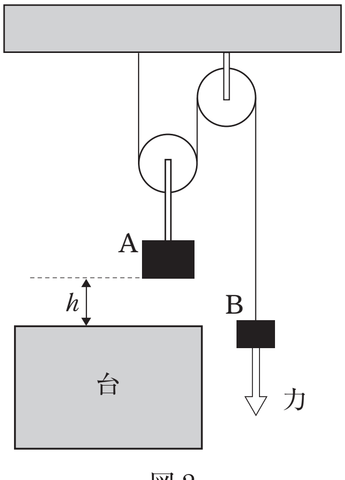

図２

テキスト解答

第１講

1

1 ⑤　2 ③　3 ⑧　4 ③　5 ⑦　6 ③　7 ②　8 ⑦

2

(1) (イ) mg　(ロ) $Mg-2T$

(2) (イ) $2h$　(ロ) $+Mgh$　(ハ) $(M-2m)gh$　(ニ) $\sqrt{\dfrac{2(M-2m)}{M+4m}gh}$